

十勝火山性土の土壤微生物学的特性

第1報 湿性火山性土における石灰施用 による土壤微生物性の変化*

関 谷 長 昭**

Microbial Properties of Volcanic Ash Soils
in the Tokachi District

1. Microbial changes caused by liming on
ill draining volcanic ash soils

Nagaaki SEKIYA

十勝地方において酸性改良を必要とする土壌のうち、湿性粗粒火山性土と湿性細粒火山性土を供試し、酸性改良資材として炭酸カルシウム施用による土壤微生物の変化を、作物栽培条件下で3年間調査した。平板法による主要微生物数の測定の結果、好気性細菌、放線菌およびグラム陰性細菌の菌数では、供試した両土壌において、炭酸カルシウム施用量との間に一定の関係は認められなかったが、糸状菌では、両土壌でpHと高い負の相関($r = -0.8129^{***}$)がみられた。一方、炭酸カルシウムの施用は、土壌の脱水素酵素活性の促進に効果が認められた。また、洗滌培養による硝化作用は、特にその培養後期に増進効果をあらわした。供試土壌間には、硝化過程における最大硝化速度およびその出現時期に差異がみられた。すなわち、湿性粗粒火山性土においては、炭酸カルシウムの施用によって、最大硝化速度に大きな変化はないが、この出現時期が早まるのに対し、湿性細粒火山性土においては、時期の変化がなく速度が著しく促進された。

結 言

土壤微生物に関する研究の歴史は古く、したがって現在まで数多くの成果が報告されている²⁵⁾。この成果のなかで農業生産性に関するものとしては、作物収量と土壤微生物の関係についてのいくつかの報告²⁶⁾があるが、これらの報告は、各種土壌の微生物相の特性および土壌環境の変化に対応した土壤微生物変動の法則性を明らかにするこ

とを主目的としているため、それらの成果は具体的な増収技術に貢献するまで発展したものは極めて少ない。また、作物の生育を考慮に入れた土壌肥沃度と微生物フロラとの関係は明らかにされていないし、土壌肥沃度の指標としての微生物活性測定法も、決定的なものは確立されていない¹⁹⁾。

土壌肥沃度は、しばしば作物生産性と置きかえられる場合もあるが、この作物生産性は、土壌中の有機・無機物質の変換者としての微生物の影響を受けているが、その微生物の作用はまた土壌の物理、化学的および広い意味での生物的環境や、気象的条件などに影響をうけており、いわば相互に影響しながら作物の生産性と関連していると言える。

したがって、作物生産性あるいは土壌肥沃度と

1977年7月18日受理

* 本報の概要は、昭和50年度日本土壤肥科学会(1975年4月)で発表した。

** 北海道立十勝農業試験場、河西郡芽室町

土壤微生物を直接関連づけるのではなく、土壤の物理化学的な特性および気象要因などとの関連で土壤微生物が取り扱われなければならない²⁷⁾。

それには、まず第一に土壤微生物の環境としての土壤を体系的に把握する必要がある、対象とする土壤のいわゆる分類学上の位置を明確にし、併せてその土壤の管理状況（作物の種類、生育状況など）、気象要因などをも詳細に把握しておく必要があると考えられる。このことによって、土壤微生物に関して得られた知見の適用範囲を明確にするとともに、さらに演繹的に広げることも可能になるものと思う。しかるに、土壤生成分類の分野における土壤の特性記載は、従来、物理、化学的な面が主体で、生物的特性の記載は十分ではなかったと考えられるので、土壤の特性としての生物性は、今後大いに着目しなければならない点であるとする。

したがって、土壤微生物学の分野における研究の現段階において、土壤中の微生物の分布、存在状態とその機能を明らかにし、さらにそれらの諸法則を明らかにすることを基礎的課題⁶⁾と考えて、著者は、十勝管内の土壤分類体系^{12,13)}に基づいた土壤型の微生物の一般像記載を行なった¹⁸⁾が、更に、これら各土壤に特有な作物生産上の阻害要因を人為的に除去すること（各種土壤改良）によっておこる土壤微生物性の変化の状態を調査することは、土壤微生物と土壤環境との対応を一層うきばりにするうえで重要であると考えた。

本報では、十勝地方における火山性土の各種土壤改良のうち、酸性改良をとりあげ、湿性火山性土に対する石灰の施用によっておこる土壤微生物性の変化について報告する。

本試験は、著者が十勝農業試験場土壤肥料科、菊地晃二研究員および横井義雄研究員と分担、実施したものであり、試料の採取、分析および結果のとりまとめに際して両研究員に多大なる協力を頂いた。

なお、ここで用いた微生物分析手法は、現根釧農業試験場松代平治場長に御指導頂いたものである。

また、十勝農業試験場長中山利彦博士、根釧農業試験場松代平治場長および十勝農業試験場土壤肥料科野村琥科長に御校閲を頂いた。ここに記して深く感謝の意を表する。

II 試験方法

1. 供試土壤

十勝管内の農耕地の土壤調査の結果、湿性火山性土¹¹⁾《北海道の農耕地土壤分類第2次案（北海道土壤分類委員会、1975）中分類の土壤で、湿性火山性土に相当する土壤：①黒色火山性土の一部、②厚層黒色火山性土、③湿性黒色火山性土、④湿性厚層黒色火山性土、⑤灰色低地土、グライ低地土、疑似グライ土、グライ台地土および低位泥炭土のうち、表層に火山灰層をもつ土壤》は、一般に乾性火山性土¹¹⁾《前記第2次案中分類の土壤で、乾性火山性土に相当する土壤：①褐色火山性土、②黒色火山性土の一部、③褐色低地土、褐色森林土のうち、表層に火山灰層をもつ土壤》に比べて酸性が強く、作物栽培上改良の必要があることが明らかにされた。この改良にあたっては、作土を構成する火山灰の種類とその特性の違いから、十勝管内の主として南西部に分布する樽前b火山灰を主体とした粗粒火山性土と、北東部に分布する雄阿寒a火山灰を主体とした細粒火山性土の2種の土壤類型別に改良対策をたてる必要のあることが認められた¹¹⁾。

本試験は以上の報告にもとづき、酸性改良試験を、前記2土壤を供試して行なった。

試験設置場所は次のとおりである。

湿性粗粒火山性土¹¹⁾：帯広市北広野

湿性細粒火山性土¹¹⁾：河東郡士幌町西居辺

これら2試験地における土壤の断面柱状図を図1に、さらに主要な理化学性を表1に示した。

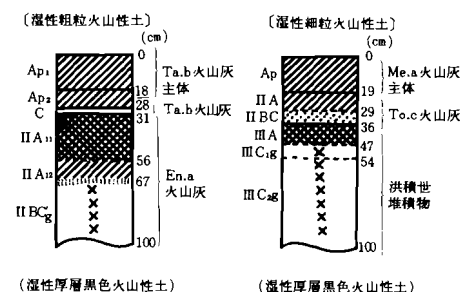


図1 供試土壤の模式断面柱状図

表1 供試土壌の一般理化学性

a. 湿性粗粒火山性土

層位	層名	物 理 性					化 学 性					
		土性	容積重 (g/100cc)	現地における三相分布 (100cc中)			pH		腐植 含量	CEC (me/100g)	Ex-CaO (me/100g)	石 灰 飽和度 (%)
				固相 (cc)	液相 (cc)	気相 (cc)	H ₂ O	KCl				
1.2	Ap 1.2	S L	87.7	32.3	30.0	37.7	5.3	4.7	富む	15.9	9.2	59.6
4	IIA 11	C L	86.4	32.8	30.7	36.5	5.5	4.7	頗る 富む	67.8	17.7	30.5
5	IIA 12	C L	48.7	21.8	62.7	15.5	5.4	4.6	富む	54.8	8.3	18.5
6	II BC g	C L	42.8	14.5	64.8	20.0	5.7	4.7	欠く	25.4	3.9	17.5

b. 湿性細粒火山性土

層位	層名	物 理 性					化 学 性					
		土性	容積重 (g/100cc)	現地における三相分布 (100cc中)			pH		腐植 含量	CEC (me/100g)	Ex-CaO (me/100g)	石 灰 飽和度 (%)
				固相 (cc)	液相 (cc)	気相 (cc)	H ₂ O	KCl				
1	Ap	C L	74.9	32.5	47.0	20.5	5.4	4.5	富む	37.3	15.4	41.3
2	IIA	C L	59.3	24.3	56.2	19.5	5.5	4.4	富む	54.6	20.8	38.3
3	II BC	L	—	—	—	—	5.7	4.6	含む	32.6	9.3	28.3
4	IIIA	C L	60.5	23.4	48.5	27.8	5.6	4.4	頗る 富む	47.9	23.3	4.9
5	IIIC ₁ g	C L	119.3	43.2	37.5	19.3	5.7	4.5	欠く	21.8	11.7	53.2

2. 試験処理および区的设计

酸性改良のための石灰資材は、市販の炭酸カルシウム（以下炭カルと記す）を用い、その施用量は供試した土壌の pH、粒径組成および腐植含量と緩衝能などの特性を考慮して、表2のように決定した。

表2 土壌別試験処理の内容

湿性粗粒火山性土		湿性細粒火山性土	
処 理 区 番号	炭カル施用量 (kg/10a)	処 理 区 番号	炭カル施用量 (kg/10a)
1	0	1	0
2	250	2	500
3	500	3	1,000
4	1,000	4	1,500

炭カルは試験開始年の春、作物の作付前に作土層（0～15cm）に均一に混合し、2年目以降は施用せず、その残効を見ている。

試験区は、1㎡で深さ60cmの木枠を現地に埋設し、各処理区2連制とした。

3. 試験年次および供試作物

試験は、昭和47、48、49年の3ヵ年実施した。各年次における供試作物は両土壌共通で表3に示したとおりである。

表3 年次別供試作物

年次	昭和47年	昭和48年	昭和49年
作物	とうもろこし	て ん 菜	菜 豆
品種	(W 573)	(ソローベ)	(大正金時)

4. 土壌微生物調査法

(1) 試料の採取

微生物分析用土壌試料は、毎年1回、作物収穫直後に採取した。採取位置は、作物根圏と非根圏の中間の位置で炭カル処理の差を見るために、肥料の影響を避けた地点を選定し、落葉などが堆積した表層1cmを除き、深さ1～15cmを均一に採取した。土壌は1枠につき4ヵ所採取し混合した後分析に供した。

(2) 調査項目および方法

土壌微生物の計数に関しては、土壌中での分布が広く、数も多いことおよび各種作用に関与することが大きい糸状菌、細菌および放線菌の3大群を扱った¹⁰⁾。これに好気性細菌群のうち、特に土壌環境の変化によって変動の大きいグラム陰性細菌¹⁾を加えた。

これらの分析法は、直接法、間接法があり、それぞれの特徴を持っている¹⁰⁾ことから、両法を併用することが推奨されているが、培養法（間接法）

のみでも土壤改良が微生物に及ぼす影響の一側面をとらえ得ることが報告されている¹⁰⁾ので、ここでは培養法²³⁾のみを用いた。

土壤微生物活性測定に関しては、多くの方法が確立されている^{19,24,26)}が、本法ではこのうち、微生

物の一般的な呼吸量の指標として、TTC還元法による脱水素酵素活性³⁾、および熟畑化や土地改良の指標に用いられる⁹⁾硝酸化成能を洗滌培養法¹⁶⁾によって測定した。

これらの分析法の概要を表4に示す。

表4 土壤微生物調査項目とその方法

調 査 項 目	方 法	備 考
好 気 性 細 菌 数	平 板 法	Waksman アルブミン寒天 ²³⁾
放 線 菌 数	"	"
グラム陰性細菌数	"	" + クリスタル紫 1/8万 ²³⁾
糸 状 菌 数	"	Smith-Dawson ローズベンガル寒天 ²³⁾
硝 酸 化 成 菌 数	稀 釈 頻 度 法	Stephenson の培地 ²¹⁾
脱 水 素 酵 素 活 性	T T C 還 元 法	Casida らによる方法 ³⁾
硝 酸 化 成 能	洗 滌 培 養 法	坂井による方法 ¹⁶⁾

III 試験結果

1. pHおよび作物収量の年次変化

(1) pH

土壤別各処理区のpHの年次推移を図2に示した。湿性粗粒火山性土は、湿性細粒火山性土より腐植含量が少なく、緩衝力も小さいので炭カル施用量の増加にともなってpHは急上昇した。pHと炭カル施用量との関係では、500kg/10a区ではほぼ目標に達していた(目標は、H₂O抽出pH6.3であるが、これは供試土壤においてはKCl抽出pH約5.3に相当する)。一方、湿性細粒火山性土では、炭カル施用量の増加にともなうpHの上昇は湿性粗粒火山性土よりも緩慢で、1,000kg/10a施用ではほぼ目標のpHに達した。両土壤のpHの年次別推移では、全般に2年目が高目であったが、3年目には1年目の水準を維持していた。

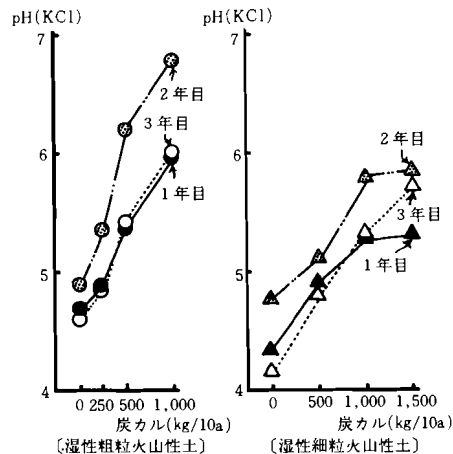


図2 pHの処理及年次による変化

表5 土壤別、年次別、各処理区の作物収量指数

土 壤	湿 性 粗 粒 火 山 性 土			湿 性 細 粒 火 山 性 土		
	47 年	48 年	49 年	47 年	48 年	49 年
年 次	47 年	48 年	49 年	47 年	48 年	49 年
炭カル (kg/10a)	とうもろこし (乾総重)	て ん 菜 (根 重)	菜 (子実重)	とうもろこし (乾総重)	て ん 菜 (根 重)	菜 (子実重)
0	100 (308)*	100 (1,870)*	100 (117)*	100 (330)*	100 (1,100)*	100 (132)*
250	107	107	124	—	—	—
500	113	114	137	112	117	117
1,000	107	117	170	124	130	126
1,500	—	—	—	147	142	154

* ()内は、収量実数 (g/m²)

(2) 作物収量

土壌別、各処理区の収量の年次推移を表5に示した。

両土壌の炭カル施用量の増加にともなう収量指数の変化は異なった傾向を示した。すなわち、湿性粗粒火山土においては、炭カル500kg/10a区までは増収したが、1,000kg/10a区では、はじめの2年は増収率がやや低下した。3年目の菜豆収量は、前2年とは異なり、1,000kg/10a区まで直線的に増収を示した。

一方、湿性細粒火山性土においては、炭カル1,500kg/10a区まで直線的に増収を示し、この傾向は3年間ほぼ同様に経過した。

2. 土壌微生物調査結果

(1) 土壌微生物数の変化

1) 好気性細菌、放線菌およびグラム陰性細菌

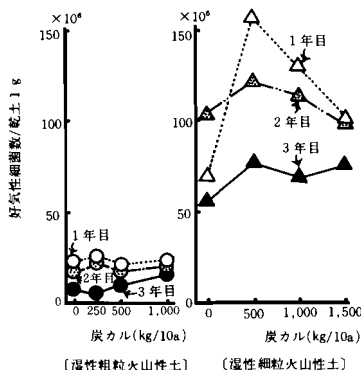


図3 好気性細菌数の処理及年次による変化

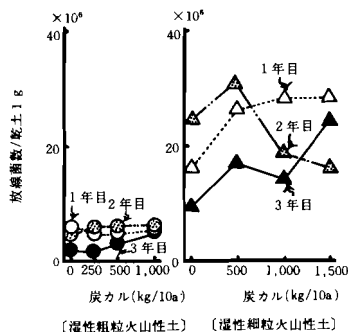


図4 放線菌数の処理及年次による変化

好気性細菌、放線菌およびグラム陰性細菌の菌数の土壌別、各処理区の年次変化を図3、図4および図5に示した。全般に湿性粗粒火山性土は、湿性細粒火山性土に比べて菌数水準が低かった。また、年次によって菌数の変異に差があり、炭カル施用による前記三種の微生物は、やや増加の傾向がみられたが、それらの変異には統計上の有意性が認められなかった。

2) 糸状菌数の変化

糸状菌数の土壌別、各処理区の年次変化を図6に示した。供試土壌間における糸状菌の菌数水準の差は、湿性細粒火山性土がやや高かったが、他の微生物数における差より大きくなかった。菌数の変化は、両土壌とも炭カル施用量の増加とともに減少した。年次間では、炭カル無施用の菌数に

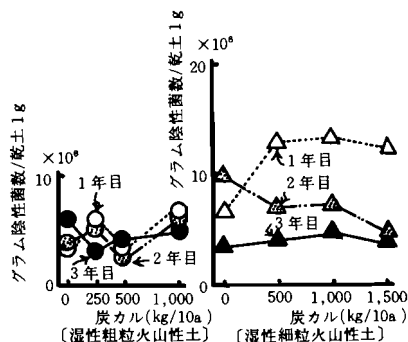


図5 グラム陰性菌数の処理及年次による変化

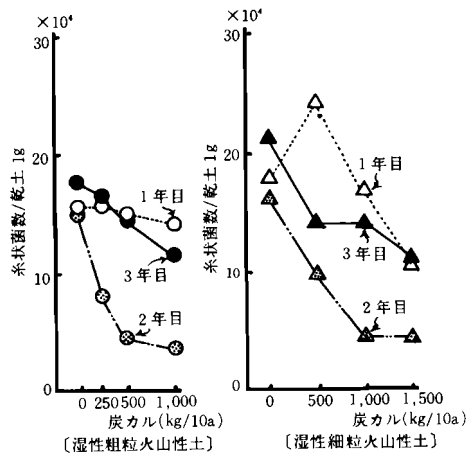


図6 糸状菌数の処理及年次による変化

は、他の微生物にみられたような大きな変異がなかったが、炭カル施用区では全区にわたり両土壌とも、2年目の菌数が明らかに低く、pHの変動と逆の様相を示した。また、両土壌とも、炭カル施用による菌数変異の様相は年次によって異なっていた。炭カル施用による菌数変異の程度を土壌別にみると、湿性粗粒火山性土では、1、3年目はゆるやかに、2年目には急激に減少した。一方、湿性細粒火山性土においては、2年目は湿性粗粒火山性土と同様の傾向にあったが、1、3年目は、湿性粗粒火山性土よりも急激な減少を示した。

(2) 土壤微生物活性の変化

1) 脱水素酵素活性の測定結果を図7に示し

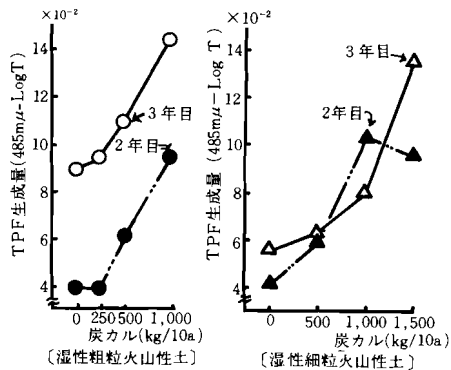


図7 脱水素酵素活性の処理及年次による変化

注) 測定法は、Casidaらによる方法³⁾によった。

た。湿性細粒火山性土における2年目の炭カル1,500kg/10a区を除いては両土壌において全般に炭カル施用量の増加とともに活性は増大した。しかし、炭カル施用量の少ない段階では、活性の増加率はやや低かった。土壌別では、湿性粗粒火山性土における活性の増加率は、湿性細粒火山性土のそれに比較して高かった。また、年次別には、2年目より3年目の活性が全般に高かった。

2) 硝酸化成能

硝酸化成能は試験3年目の土壌について測定した。両土壌とも、炭カル無施用区においても硝酸化成能は、培養初期にほとんど誘導期がなく良好であったが、炭カル施用によって更に硝酸化成能は増大した。その差は、培養初期よりも培養後期に大きくなる特徴がみられた。土壌別にみると、

炭カル無施用区において湿性粗粒火山性土では、2週間の培養期間内には定常期⁵⁾がみられなかったが、湿性細粒火山性土では、培養2週間目の終期に定常期に入った。また、炭カル施用による培養後期の硝酸化成能増大は、炭カル施用量の同水準の比較のみならず、pHの同水準の比較においても湿性粗粒火山性土より湿性細粒火山性土の方が高かった。

各土壌内での炭カル施用による硝酸化成作用の変化の様子は、炭カル施用量の各段階においてはほぼ類似の傾向にあったので、両土壌のpHが同程度改善された湿性粗粒火山性土にあつては500kg/10a区、湿性細粒火山性土にあつては1,000kg/10a区をそれぞれ炭カル無施用区と比較して図8に示した。

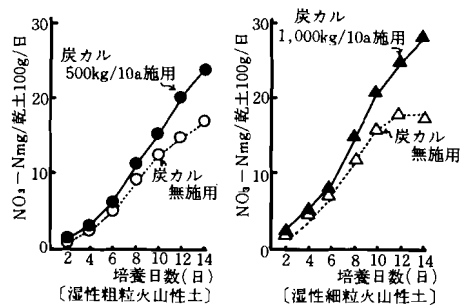


図8 炭カル施用が土壌の硝化能に及ぼす効果

注1) 供試土壌は、昭和49年9月に採取した。

注2) 測定法は、0.02%アンモニア水による隔日洗滌培養¹⁶⁾を用いた。

IV 考 察

湿性火山性土の酸性改良によっておこる土壤微生物の変化のうち、平板法による好気性細菌、放線菌およびグラム陰性細菌の菌数の変化は、年次別、処理別には一定の傾向が認められなかった。炭カル施用による土壌の化学性の変化から、明らかにこれらの微生物面にも変化があるものと推定したが、その変化は、各年秋季一回の試料採取という限定された範囲では、平板法による菌数の上にはあらわれなかった。ただし、供試土壌本来の特性の差である菌数水準の相違は、炭カル施用によっても変わらず、湿性細粒火山性土における前記微生物の菌数が全体に勝っていた。

一方、糸状菌数は炭カル施用によって明らかに

減少した。

糸状菌は酸性土壌を好むと考えられる場合もある¹⁴⁾が、本来は多くの糸状菌がpH7.0附近を最適pHとしている¹⁵⁾。しかし、糸状菌は細菌や放線菌よりも酸性に対する生育適応性のはるかに強いので、酸性土壌中では相対的に糸状菌の活性が高くなる²⁾。

糸状菌数減少の他の原因としては、炭カル施用による土壌中の活性アルミ含量の低下⁹⁾が、有効態磷酸の増加などの間接的作用を通して微生物相や活性に影響を及ぼしていること²⁸⁾、炭カル施用によって、むしろ、平板上に出現しない糸状菌の種類が増加したこと¹⁰⁾などが考えられる。

この糸状菌の菌数変化を更に詳細に見るため、土壌のpHと糸状菌数の相関について検討した。その相関図を図9に示す。

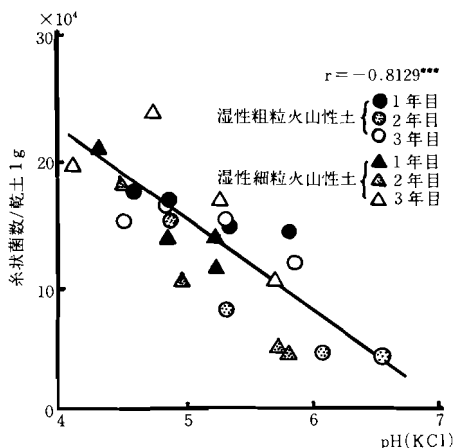


図9 pHと糸状菌数の相関図

供試土壌、処理および年次を含めた全体としての糸状菌とpHとの相関係数は、 $r = -0.8121^{***}$ であった。これを各供試土壌別にみても両土壌とも極めて高い相関を示している。この場合の両者の回帰係数は、湿性粗粒火山性土では -6.1636×10^4 、湿性細粒火山性土では、 -9.3813×10^4 となるが、統計上の有意差は認められない。

以上述べた、炭カル施用による糸状菌数の低下が、土壌の生産力維持向上のうえで、どのような意味を持つかという点に関しては、新鮮有機物をはじめとする各種有機物の分解過程における糸状菌の重要性（糸状菌は、基質の炭素を自己の菌体

として固定する割合が、細菌のそれよりも相当高いために土壌中の有機物蓄積のうえで重要な役割を持っている¹¹⁾）および、植物寄生性糸状菌などとの関連を考慮しつつ検討されなければならない。

次に、土壌微生物総体の呼吸量の指標としての脱水素酵素活性は、処理の差が明らかに認められた。しかし、TTC還元法による脱水素酵素活性測定値は、土壌中の微生物総体の菌数とは必ずしも平行関係にあるとは言えず、むしろ、特殊な場合に限って微生物の部分的な変動と平行関係にあることが報告されている⁵⁾。

したがって、本報による測定値が、炭カル施用量の増加にともなって上昇したのは、細菌、放線菌および糸状菌という微生物群の活性面における質的な変化を裏づけるものである。一方、脱水素酵素反応条件としてのpHについて検討するた

表6 脱水素酵素活性に及ぼす石灰とpHの影響

a. 湿性粗粒火山性土

石灰資材	石灰施用量 Ca g/100g ^{乾土}	pH* (KCl)	脱水素酵素活性**
炭酸カルシウム	0	4.65	0.005
	0.5	6.90	0.116
	1.0	7.30	0.042
	2.0	7.45	0.038
硫酸カルシウム	0	4.65	0.005
	0.5	4.55	0.004
	1.0	4.55	0.005
	2.0	4.55	0.005

b. 湿性細粒火山性土

石灰資材	石灰施用量 Ca g/100g ^{乾土}	pH* (KCl)	脱水素酵素活性**
炭酸カルシウム	0	4.55	0.006
	0.5	6.80	0.240
	1.0	7.05	0.121
	2.0	7.20	0.125
硫酸カルシウム	0	4.55	0.005
	0.5	4.50	0.004
	1.0	4.50	0.005
	2.0	4.45	0.005

* pHは、湿潤原土に石灰資材を添加後、30℃で培養し、2週間目の測定値である。

** 脱水素酵素活性は、pH測定と同時にTTC還元法を用い、TPF測定時の485mμにおける $-\log T$ で表示した。

め、石灰の直接的な影響を検討してみた。表6に示した如く、石灰が添加されてもpHに変化がなければ脱水素酵素活性は高められないことからみて、石灰の直接的な効果は無視し得る程度と考えられる。

次に、脱水素酵素活性測定値とpHの相関図を図10に示した。両者の相関係数の有意性は認められなかった。

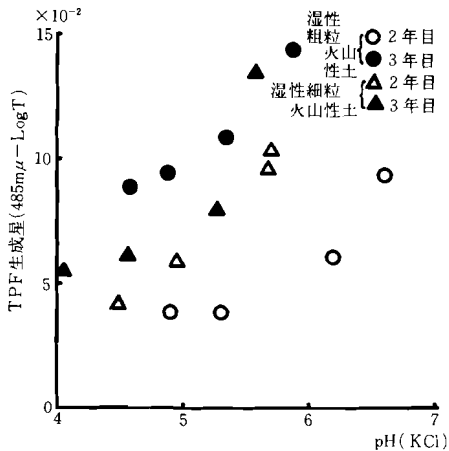


図10 pHと脱水素酵素活性の相関図

しかし、図2、7を対比してみると、自然土壌のような多数の要因が複雑に作用し合っている系での脱水素酵素活性は、pH以外の要因の影響を受けやすく、それが年次によって異なる可能性があるように思われる。

これらの変化を土壤別にみると、pHの場合にみられたと同様、炭カル施用量0→1,000kg/10aの平均変化量は、湿性粗粒火山性土において、湿性細粒火山性土におけるそれより大きかった。つまり、炭カル単位量によって促進される脱水素酵素活性量は、湿性粗粒火山性土の方が、湿性細粒火山性土より多いことを示している。この理由については、今後、検討を続けたい。

次に硝化作用について述べる。

硝化作用に関与する細菌は、無機栄養のアンモニアから亜硝酸を生成するアンモニア酸化菌と、亜硝酸から硝酸を生成する亜硝酸酸化菌の2群からなり、この外、有機物やアンモニアから直接硝酸を生成する菌もあるが、前二者のグループに比し後者の活性は無視できるほど小さく、また、

前二者は普通の条件下ではお互に同程度に随伴して作用をするので、いわゆるアンモニア洗滌培養法で生成された硝酸の量を指標として硝化作用を評価した。なお、脱水素酵素活性でみられた如く、供試土壌の場合には炭カル施用量が500～1,500kg/10aの範囲では、石灰の直接的な効果は明らかでなかったし、この範囲での硝化曲線は各土壌内では同様の傾向にあったので、両土壌においてpHが同程度に改善された処理、すなわち、湿性粗粒火山性土における炭カル500kg/10a区、湿性細粒火山性土における1,000kg/10a区をそれぞれ炭カル無施用区と対比して検討の対象とした。

石灰資材施用と硝化作用については、三井が、開拓地の土壌で石灰の施用は土壌の可給態窒素を増加させ、硝化作用を著しく増加させると述べている¹⁵⁾。本試験においても、その作用は炭カル施用で増大したが、表7に示す如く、熟畑化していると思われる両土壌とも程度の差はあるが、炭カル施用は、いずれの土壌においても熱水可溶態窒素を増加させている。また、硝化作用の、特に培養後期に効果が大きくみられた。これは、培

表7 石灰施用による土壌窒素の有効化

	処理区別炭カル施用量 (kg/10a)	熱水可溶態窒素 (mg/100g)
湿性粗粒火山性土	1. 0	10.0
	2. 250	10.4
	3. 500	14.3
	4. 1,000	16.3
湿性細粒火山性土	1. 0	18.8
	2. 500	19.6
	3. 1,000	19.5
	4. 1,500	20.4

養中に硝酸の生成によって低下するpHが、石灰によって改善されるため硝化作用の抑制がおこらないのが、その一つの理由と考えられる。したがって、石灰施用量が十分でない場合には、この効果があらわれないために硝化作用の増進現象が認められない^{8,15)}。

供試土壌それぞれの硝化作用が、炭カル施用によって受ける影響を、更に詳細に検討するため、1日当たり硝酸生成量 n を時間 t の函数であらわした $n = f(t)$ の導函数 $f'(t)$ を、平均変化率 $\Delta n / \Delta t$ から近似的に求めた $f'(t)$ のグラフを図11

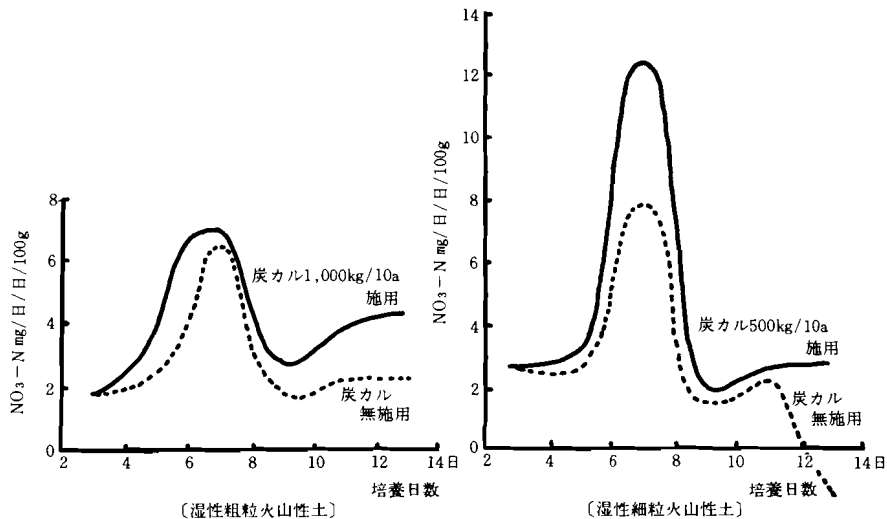


図11 炭カル施用が硝化曲線の形状に及ぼす効果

に示す。

$f'(t)$ 上にあらわれる炭カル施用効果は、培養開始時に全くみられず、それ以降になってあらわれ、この現象は両土壤に共通していた。

両土壤の相違点は、湿性粗粒火山性土における炭カル施用が、培養6～8日目にあらわれる $f'(t)$ の極大値をグラフの左方に移動させ、極大値そのものをあまり高めないのに対し、湿性細粒火山性土においては、極大値の位置の移動がなく、値を著しく高めることである。また、8日目以降については、湿性粗粒火山性土における炭カル施用効果が大きく培養終期までその差が開きながら経過するのに対し、湿性細粒火山性土では、一時ほとんど炭カル施用の効果がみられなくなるが、培養12日以後になって、炭カル無施用区が定常期に入り、 $f'(t)$ が負となるため炭カル施用区との差が大きくなる。

以上述べたように、湿性粗粒火山性土と湿性細粒火山性土における炭カル施用が硝化化成作用に及ぼす効果の相違点は、硝化速度、 $f(t)$ の導函数 $f'(t)$ に明らかにあらわれたが、この理由については今後詳細な検討を行ないたい。

一方、硝化化成作用は、培養初期における硝化菌数に大きく影響を受けるという報告がある²⁰⁾ので、培養開始時における硝化菌数を測定した。表8に示すとおり、炭カル無施用区の硝化菌数は、

表8 洗滌培養開始時における硝化菌数

	処理区別 炭カル施用量 (kg/10a)	硝化細菌数* 乾土1g当たり
火 山 性 粗 粒	1. 0	10.5×10^6
	2. 500	$17.0 \times "$
火 山 性 細 粒	1. 0	$7.9 \times "$
	2. 1,000	$136.0 \times "$

* Stephenson の培地による稀釈頻度法

両土壤ともほぼ同等の水準であったが、湿性細粒火山性土の炭カル施用区における菌数が非常に多く、炭カル無施用区の約17倍であった。しかし、湿性粗粒火山性土のそれは、約1.7倍であった。

このように、両土壤の炭カル施用区における硝化菌数には大きな差が認められたが、 $f'(t)$ の極大値に生ずる変化が、時間の移動と値の増大という質的なものであるので、単に菌数水準という数的な差異のみに起因するのではなく、両土壤の質的な差異による部分の大きいことを意味している。

その一つには、炭カル施用によって変化を受ける土壤中の易溶性有機物が量的にも質的にも土壤間においては差異のあることが考えられる。したがって、易溶性有機物起源の硝化抑制物質¹⁷⁾にも差が生ずる可能性がある。表9に示した洗滌培養中、洗滌液の着色程度とその消失の時期に差を生

表9 炭カル施用が洗滌培養中の洗滌液の着色程度に及ぼす影響

土 壤	炭カル施用量 (kg/10a)	培 養 日 数						
		2日目	4日目	6日目	8日目	10日目	12日目	14日目
湿性粗粒火山性土	0	±	+	+	+	+	±	—
	500	#	≡	≡	#	+	—	—
	1,000	≡	≡	≡	≡	#	—	—
湿性細粒火山性土	0	±	±	+	+	+	±	—
	500	±	+	+	+	—	—	—
	1,000	±	#	+	—	—	—	—

注) 着色程度の判定法: 坂井による洗滌培養法¹⁶⁾を用い, 隔日に0.02%アンモニア水で土壌を洗滌した洗滌液に炭酸マグネシウムおよび水酸化カルシウムを添加後, ろ過し, ろ紙上の着色程度を次のような基準にもとずいて肉眼判定した。

判定基準 { — : 無色, # : 濃く着色,
± : わずかに着色, ≡ : 極めて濃く着色,
+ : 明らかに着色,

ずることがこれを裏づけている。すなわち, 炭カル施用区では, この易溶性有機物の量的な増加に加えて, それが洗滌によって消去の促進を受けることが, 培養後期の硝化作用が高まる一因と考えられる。

以上述べた, 湿性火山性土の酸性改良によっておこる各種土壌微生物の変化については, 年間1回の土壌試料採取によって検討している。さらに, 気象との関係についてはふれることができなかった。

したがって, 今後は緒言で述べた如く, 広い意味での土壌環境との関連において, 経時的に諸現象をとらえる必要があると考える。

そして, これらの成果が十分蓄積された後に, はじめて作物生産性と土壌微生物の関連が検討できるであろうと考える。

引用文献

- 1) Allison, F.E. "Soil organic matter and its role in production". Elsevier scientific publishing company, New York, 1973, p. 48-49.
- 2) Buckman, H.O., Brady, N.C. "The nature and crop properties of soils". The Macmillan Co. London. 1969, p. 398.
- 3) Casida, L.E. "Soli dehydrogenase activity". Soil Sci. 98, 371-376 (1964).
- 4) 服部 勉. "土と微生物". 土壌微生物研究会編, 岩波書店, 1966, p. 40-41.
- 5) ———. "土壌微生物入門". 古坂澄石編, 共立全書, 1971, p. 20-21.

6) 古坂澄石. "土壌肥科学の新領域への発展, 土壌微生物学の立場から". 近代農業における土壌肥料の研究, 3, 2 (1972)

7) 北海道立中央農業試験場編. "土壌保全対策現地栽培試験成績書". 1972-1977.

8) 北海道立十勝農業試験場, 北海道農業試験場畑作部. "十勝地方湿性火山性土の改良に関する試験成績". 昭和44年度北海道農業試験会議資料, 1970, p. 26-35.

9) 石沢修一, 坂井 弘. "土壌肥料全編". 養賢堂, 1968, p. 211.

10) ———, 鈴木達彦, 田中知則, 佐藤 修. "土壌の微生物とその作用に関する研究". 農技研報告, B 8, 1-211 (1958).

11) 菊地晃二, 関谷長昭, 横井義雄. "十勝火山性土の改良に時する調査研究, I, 作土の管理・改良のための土壌類型区分図について". 北農, 41 (11), 1-11 (1974).

12) ———, ———, ———. "十勝地方における土壌の分類とその特性に関する調査研究, I, 土壌生成因子としての地形および火山灰について". 道農試集報, 31, 14-27 (1975).

13) ———, ———, ———. "———, II, 土壌分類について". 道農試集報, 35, 29-41 (1976).

14) ライオン, T.L., バックマン, H.O. "土壌学". 三井進午他訳, 朝倉書店, 1959, p. 99.

15) 三井進午, 松坂泰明, 宮崎弥栄子. "開墾地土壌の研究, II, 開墾に伴う窒素潜在地力の変遷". 土肥誌, 19, 52-54 (1948).

16) 坂井 弘. "土壌の硝化作用に関する研究, II, 新しい培養法について". 土肥誌, 30, 53-56 (1959).

- 17) ————. “—————”, III, 十勝火山灰土壤の硝化作用について”. 土肥誌, **30**, 149–153 (1959).
- 18) 関谷長昭, “北海道十勝地方に分布する土壤型の微生物相について”. ペドロジスト, **18**, 72–86 (1974).
- 19) 鈴木達彦, 石沢修一, “畑土壤の微生物およびその活性と肥沃度”. 農技研報告, **B15**, 91–186 (1965).
- 20) ————. “土と微生物”. 土壤微生物研究会編. 岩波書店, 1966, p. 92.
- 21) Stephenson, M. “Bacterial metabolism”. 3rd ed. 1947, p. 317.
- 23) Stevenson, I.L. “Dehydrogenase activity in soils”. Can. J. Microbiol. **5**, 229–235 (1959).
- 23) 田辺市郎, 鈴木達彦, “微生物に関する分析法, I, 土壤微生物の測定法”. 土肥誌, **37**, 43–45 (1966).
- 24) ————, 石沢修一, “土壤の微生物活性”. 農技研報告, **B21**, 115–253 (1969).
- 25) 土壤微生物研究会編, “土と微生物”. 岩波書店, 1966, p. 277.
- 26) ————. “土壤微生物実験法”. 養賢堂, 1975, 467p.
- 27) Waksman, S.A. “Principles of soil microbiology”. Williams and Wilkins Co. (1927), p. 708.
- 28) 吉田富男, 坂井 弘, “北海道における各種土壤の微生物学的研究, IV, 土壤微生物相におよぼすアルミニウムの影響”. 北農試彙報, **82**, 23–27 (1963).

Microbial Properties of Volcanic Ash Soils in the Tokachi District

I. Microbial changes caused by liming on ill draining volcanic ash soils

Nagaaki SEKIYA*

Summary

Observations were made for three years of microbial changes as a result of liming volcanic ash soils which drain ill, using calcium carbonate, under conditions in which crops were grown, in the light of importance of understanding of microbial aspects influenced by artificial conversion of soil conditions, that is, soil amelioration, in the study of interactions existing among microorganisms, soils, and crops. The soils employed were : (a) ill draining coarse volcanic ash soils with the pH of 5.3 and the texture of SL ; (b) ill draining fine volcanic ash soils with the pH of 5.4 and the texture of CL. The quantities of calcium carbonate treated were 0, 2.5, 5.0, 10.0 t/ha for the former and 0, 5.0, 10.0, 15.0 t/ha for the latter.

The results obtained are as follows :

- 1) A significant correlation was not observed between the amount of calcium carbonate treated or pH of soils and the counts of bacteria, actinomycetes, and gram-negative bacteria.
- 2) An intensive correlation was recognized between the counts of fungi and pH in both soils.
- 3) Addition of calcium carbonate accelerated dehydrogenase activities in both soils.
- 4) It also accelerated nitrification of soils, especially in the later stages of incubation. The differences of a liming effect on nitrification between the two soils were clarified by means of obtaining derivatives of the functions by which the nitrate forming velocities were given in terms of incubation days.

* Hokkaido Prefectural Tokachi Agricultural Experiment Station, Memuro, Hokkaido, 082 Japan.